

N 3 物理 N 4 化学 N 5 生物

この冊子は、**物理**、**化学** および **生物** の問題を 1 冊にまとめてあります。

物理学科は物理指定

応用生物科学科と経営工学科は、物理・化学・生物のいずれかを選択

物理の問題は、1 ページより 21 ページまであります。
化学の問題は、22 ページより 34 ページまであります。
生物の問題は、35 ページより 58 ページまであります。

〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号及び氏名を記入し、さらに受験番号・志望学科をマークしてください。
- (3) 解答は所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(H B または B)を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえ、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは横 1 行について 1 箇所に限ります。2 箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

化 学

各設問の計算に必要ならば下記の数値を用いなさい。

原子量：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Na 23.0, S 32.0, Cl 35.5,

Ca 40.1, Cu 63.5, I 127, Pt 195, Pb 207

ファラデー定数： 9.65×10^4 C/mol

アボガドロ定数： 6.02×10^{23} /mol

気体定数： 8.31×10^3 Pa・L/(mol・K)

標準状態における理想気体のモル体積：22.4 L/mol

$\sqrt{2} = 1.41$ $\sqrt{3} = 1.73$ $\sqrt{5} = 2.24$ $\sqrt{7} = 2.65$

- 1 第1～第5周期の元素に関する次の記述の(ア)～(タ)にあてはまる最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。(16点)

原子、イオン、分子などが規則的に配列したものを結晶という。4個の価電子をもつ非金属元素は、特徴的な結晶をつくる。たとえば (ア) 原子がすべて (イ) により結びついてできた無色の結晶(A)は非常に硬く、屈折率が高い。これに対し、同じ (ア) 原子からなる光沢のある灰黒色の結晶(B)は、軟らかく、電気や熱をよく伝える。結晶(A)と結晶(B)のように同じ元素で構成されているが性質が異なる物質を互いに (ウ) という。また、(エ) 原子がすべて (イ) で結びついてできた結晶は灰色で金属光沢があり、半導体の性質を示す。(ア) 原子の酸化物には常温で気体の (オ) と (カ) があり、(オ) は燃えやすい。一方、(エ) 原子の酸化物 (キ) は (イ) でできた結晶であり常温で固体である。

非金属元素のうち7個の価電子をもつ (ク) や6個の価電子をもつ (ケ) は分子同士が (コ) により結びついて室温で分子結晶をつくる。(ク) の分子結晶は (サ) 原子分子からなり昇華性のある黒紫色の固体である。(ケ) は (シ) 原子分子からなる安定な黄色の分子結晶をつくる。また、(ケ) を空気中で燃焼させてできる分子量64の酸化物は水に溶ける常温で無色の気体である。

塩化ナトリウムは、陽イオンと陰イオンが静電的な引力により (ス) を形成している。多数の陽イオンと陰イオンが結合してできた結晶をイオン結晶といい、分子結晶に比べて融点が (セ) く、(ソ) いが強くてたとえ割れやすい。また、イオン結晶は固体では (タ) 性を持たないが水溶液にするとその溶液は (タ) 性を示すようになる。

A 欄

01	ホウ素	02	炭 素	03	窒 素
04	酸 素	05	フッ素	06	ケイ素
07	リ ン	08	硫 黄	09	塩 素
10	臭 素	11	ヨウ素	12	同位体
13	同素体	14	共有結合	15	イオン結合
16	分子間力	17	シリコーン	18	二酸化ケイ素
19	一酸化炭素	20	二酸化炭素	21	一酸化窒素
22	二酸化窒素	23	五酸化二リン	24	酸
25	塩 基	26	電気伝導	27	絶 縁
28	硬	29	軟らか	30	高
31	低	32	1	33	2
34	3	35	4	36	5
37	6	38	7	39	8

- 2 次の記述の(ア)～(カ)にあてはまる最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。また、(i)～(iii)に当てはまる数値を、有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数Zがゼロの場合には符号pは+を、指数Zにはゼロをマークしなさい。(20点)

$$\begin{array}{c} \boxed{X} \quad \boxed{Y} \times 10^{\boxed{p} \boxed{Z}} \\ \uparrow \qquad \qquad \uparrow \\ \text{小数点} \qquad \text{正負の符号} \end{array}$$

- (1) 過酸化水素の分解反応は常温ではほとんど進行しない。しかしこの分解反応においては、 $\boxed{\text{ア}}$ のエネルギーが $\boxed{\text{イ}}$ のエネルギーに比べて低く、 $\boxed{\text{ア}}$ の方が $\boxed{\text{ウ}}$ なので、 $\boxed{\text{エ}}$ を作用させると速やかに反応が進行する。このように $\boxed{\text{エ}}$ が反応の速度を速くするのは、 $\boxed{\text{オ}}$ を $\boxed{\text{カ}}$ するためである。
- (2) 少量の酸化マンガン(IV)に1.0 mol/Lの H_2O_2 水溶液を10 mL加え、大気圧 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において20℃に保ちながらその分解反応により発生する O_2 を含む気体を水上置換で捕集し、その気体の体積を60秒(s)ごとに測定した結果を下表に示す。

表 捕集した気体の体積

時間(s)	0	60	120	180
気体の体積(mL)	0	25	45	...

最初の 60 秒間で発生した O_2 は (i) mol であり、そのときの H_2O_2 の濃度は (ii) mol/L である。同様にして最初から 120 秒間に発生した O_2 は (iii) mol であり、そのときの H_2O_2 の濃度は (iv) mol/L である。反応開始後 60 秒から 120 秒までの H_2O_2 の平均分解速度は $|(H_2O_2 \text{ の濃度変化量})| / (\text{反応時間})$ であり、(v) mol/(L·s) と求められる。この平均分解速度は反応開始 60 秒から 120 秒の H_2O_2 の平均濃度 $((ii) + (iv)) / 2$ (mol/L) に比例するものと仮定すると、この比例定数は (vi) (s^{-1}) と求められる。この比例定数を用いると反応開始 180 秒後の H_2O_2 の濃度を (vii) mol/L と見積もることができる。なお、必要であれば下表の数値を用いなさい。

表 水の蒸気圧 [$\times 10^5$ Pa]

温度(°C)	0	10	20	40	60	80	100
蒸気圧	0.0061	0.012	0.023	0.074	0.199	0.474	1.013

A 欄

- | | | |
|--------|----------|-------------|
| 01 触媒 | 02 安定度 | 03 活性化エネルギー |
| 04 反応熱 | 05 中和熱 | 06 大きく |
| 07 小さく | 08 強く | 09 安定 |
| 10 不安定 | 11 発熱 | 12 吸熱 |
| 13 中和 | 14 活性化状態 | 15 生成物 |
| 16 反応物 | 17 還元剤 | 18 酸化剤 |

- 3 次の記述の(ア)～(カ)にあてはまる数値を、有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数Zがゼロの場合には符号pは+をマークしなさい。また、XとYが共にゼロの場合には符号pは+を指数Zにはゼロをマークしなさい。(12点)

$$\begin{array}{c} \boxed{X} \quad \boxed{Y} \times 10^{\boxed{p} \boxed{Z}} \\ \uparrow \qquad \qquad \uparrow \\ \text{小数点} \qquad \text{正負の符号} \end{array}$$

電解槽Ⅰと電解槽Ⅱが直列に接続されている。電解槽Ⅰには共に白金Ptの陽極Aと陰極Bが浸漬されている。電解槽Ⅱには共に銅Cuの陽極Cと陰極Dが浸漬されている。二つの電解槽には共に濃度0.50 mol/Lの硫酸銅CuSO₄水溶液が満たされており、電解液の体積は0.20 Lである。これらの電解槽に電流を流して電気分解を行ったところ、陽極Cの質量は0.635 g減少した。この電気分解により流れた電気量は (ア) Cであり、陽極Aの質量は (イ) g減少し、陰極Dの質量は (ウ) g増加する。電解による体積変化を無視すると、電解後の銅イオン濃度は、電解槽Ⅰでは (エ) mol/Lとなり、電解槽Ⅱでは (オ) mol/Lとなる。一方、この電解によって陽極Aから発生する酸素の体積は標準状態において (カ) Lである。

右のページは白紙です。

- 4 次の記述の(ア)～(ク)に最も適当な語句をA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。ただし、同じ番号を何回用いてもよい。(16点)

18世紀の後半、(ア)は「化学変化の前後において、物質の質量の総和は変わらない。」ことを発見した。次いで、(イ)は「同じ化合物では、成分元素の質量比は常に一定である。」ことを発見した。その後19世紀の初頭、(ウ)は、「物質はそれ以上分割できない微小な粒子の原子からなる。」と考えに至った。そして、「各元素の原子は、同じ大きさ・質量・性質をもつ。」ことなどを提唱した。下線部の考えは、その後一部誤っていることがわかった。これは、この時点では(エ)の存在が知られていなかったためと考えられる。

19世紀の後半、(オ)は、当時発見されていた63種の元素を(カ)の順に並べることを基本として、元素の周期表の原型をつくった。この際、似通った性質をもつ元素が周期的に出てくることを優先したので、いくつかの元素では(カ)の大きさの順序が逆転した。たとえば、アルゴンより(キ)の方が(カ)は小さいので、(キ)は希ガスに、アルゴンはアルカリ金属に分類されることになるが、彼は敢えてアルゴンを(キ)より前に置いた。(オ)の分類は、元素をそれに含まれる(ク)の数の順に並べる現在の周期表における分類と一致する。

A 欄

- | | | |
|-----------|--------------|------------|
| 01 キュリー | 02 ドルトン | 03 アボガドロ |
| 04 ファラデー | 05 アレニウス | 06 メンデレーエフ |
| 07 ラボアジエ | 08 ハーバー | 09 ボッシュ |
| 10 ソルベ | 11 リービッヒ | 12 ケクレ |
| 13 プルースト | 14 原 子 | 15 分 子 |
| 16 陽 子 | 17 中性子 | 18 組 成 |
| 19 結 晶 | 20 単 体 | 21 同素体 |
| 22 同族体 | 23 原子半径 | 24 イオン半径 |
| 25 イオン化傾向 | 26 イオン化エネルギー | 27 電子親和力 |
| 28 酸化数 | 29 展 性 | 30 原子量 |
| 31 希ガス | 32 塩 素 | 33 カリウム |
| 34 カルシウム | 35 ナトリウム | 36 フッ素 |
| 37 マグネシウム | | |

- 5 次の記述の(ア)～(ス)に最も適当な語句をA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。ただし、同じ番号を何回用いてもよい。(13点)

多くの遷移元素は、岩石中に化合物の形で存在しているが、なかでも(ア)は、(イ)元素の中の金属元素である(ウ)の次に岩石中に多く存在している。純粋な(ア)は軟らかいが、(イ)元素である(エ)を0.5%程度含むと硬くて弾力性に富んだ強靱な(オ)となり、橋梁など多方面に用いられてきた。これに対して、純粋な(カ)は電線として用いられてきた。さらに、(カ)は(キ)と黄色がかった合金を作り、さらに(ク)とは白みがかった合金をつくり、それぞれ楽器や硬貨などに用いられている。また、(ケ)は装飾品として古くから用いられてきた。(ケ)は比較的安定であるが、(カ)と同じく酸化力のある酸に溶ける。(ア)(Ⅱ)、(カ)(Ⅱ)、(ケ)(Ⅰ)イオンを含む水溶液それぞれにNaOH水溶液を加えると(コ)色、(サ)色、(シ)色の沈殿を生ずるが(酸化数の変化はないものとする)、この内酸化物であるのは(ス)色の沈殿である。

A 欄

01 金 属	02 非金属	03 典 型	04 遷 移
05 クロム	06 マンガン	07 鉄	08 ニッケル
09 銅	10 銀	11 金	12 亜 鉛
13 ス ズ	14 酸 素	15 アルミニウム	16 ケイ素
17 硫 黄	18 炭 素	19 銅	20 バ ネ
21 赤	22 黄	23 紫	24 白
25 黒	26 褐	27 緑 白	28 青 白

右のページは白紙です。

- 6 次の記述の(ア)～(キ)にあてはまる最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。(i)には有効数字が2桁となるように次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。X, Y, Zは1桁の整数で、pは+または-の符号である。指数が0の場合には、pに+をマークし、Zに0をマークしなさい。(14点)

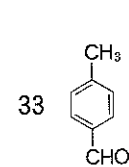
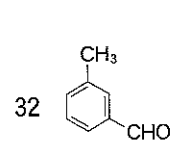
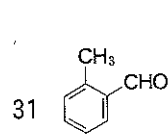
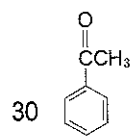
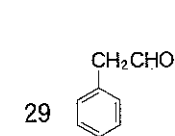
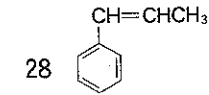
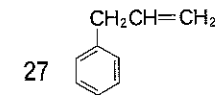
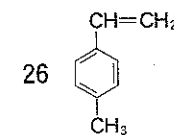
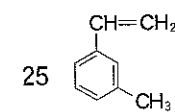
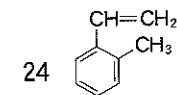
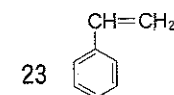
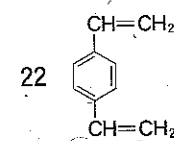
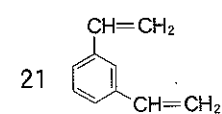
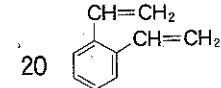
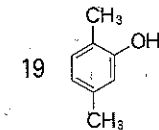
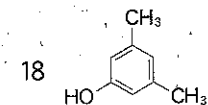
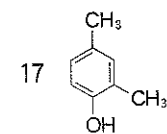
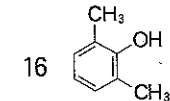
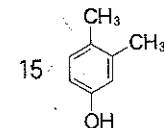
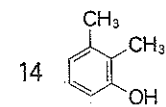
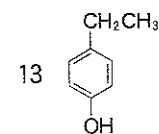
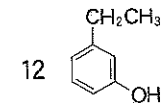
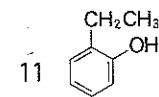
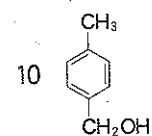
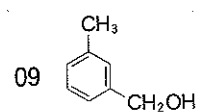
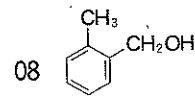
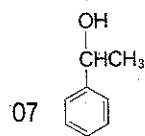
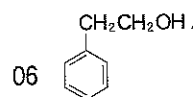
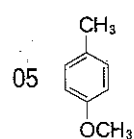
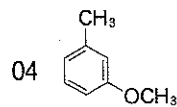
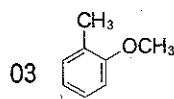
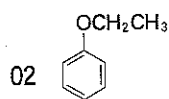
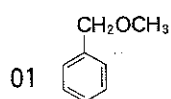
$$\boxed{X} \cdot \boxed{Y} \times 10^{\boxed{p} \boxed{Z}}$$

↑ 小数点
 ↑ 正負の符号

$C_8H_{10}O$ で表される芳香族化合物 A, B, C, D, E がある。それぞれ 7.3 g ずつを金属ナトリウムと反応させると、 $27^\circ C$, $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で全て (i) mL の水素が発生した。また、このうち、化合物 C のみが塩化鉄(Ⅲ)水溶液で呈色反応を示した。化合物 A に水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱すると CHI_3 の黄色結晶が生じた。また、化合物 B に二クロム酸カリウムを作用させて穏やかに酸化すると銀鏡反応を示す化合物 F が得られた。化合物 B に濃硫酸を加えて分子内脱水すると付加重合可能な化合物 G が生成した。さらに、化合物 C を無水酢酸と反応させたのち、過マンガン酸カリウムで酸化するとアセチルサリチル酸が生成した。化合物 D を過マンガン酸カリウムで酸化後加熱して得られる化合物は、ナフタレンを酸化バナジウム(V)で酸化後加熱して得られる化合物と同じであった。化合物 E を過マンガン酸カリウムで酸化するとポリエチレンテレフタラートの原料となる化合物が得られた。

以上のことから、A は (ア) , B は (イ) , C は (ウ) , D は (エ) , E は (オ) , F は (カ) , G は (キ) であることがわかる。

A 欄



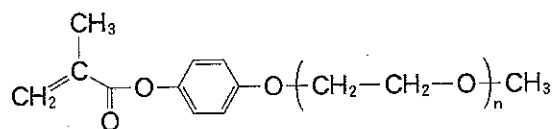
- 7 次の記述を読み、問(1)～(3)の計算結果を有効数字が2桁となるように3桁目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。X, Y, Zは1桁の整数で、pは+または-の符号である。指数が0の場合には、pに+をマークし、Zに0をマークしなさい。(9点)

$$\boxed{X} \cdot \boxed{Y} \times 10^{\boxed{p} \boxed{Z}}$$

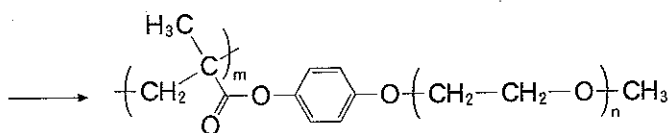
↑
小数点
↑
正負の符号

右図に示すポリエチレングリコールを含む高分子(A)の反応について考える。この高分子の末端には二重結合を含むメタクリロイル基($\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{COO} -$)があるので、さらに重合を行うことができる。重合の結果、メタクリル酸エステルを主鎖にもち、十分重合度が大きく、単一の分子量をもつ高分子(B)が得られた。(B)の50.0 gをとり加水分解したところ、エステル結合の一部がカルボキシ(ル)基に変化した高分子(C)となり、その質量は21.0 gであった。この高分子(C)を適当な溶媒に溶かし、0.100 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、700 mLを要した。

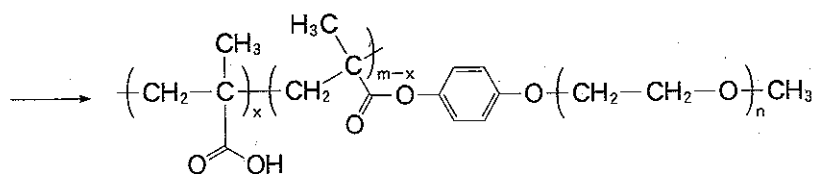
次に、ポリエチレングリコールの重合度nの値が(B)とは異なる高分子(A)を重合し、高分子(D)を得た。高分子(D)を加水分解したところ、エステル基が20%加水分解された高分子(E)、および50%加水分解された高分子(F)が得られた。高分子(E)および(F)を同じ質量だけ測り取ると、高分子(E)が(F)より加水分解率が小さいにもかかわらず、(E)に含まれるポリエチレングリコールの物質量は(F)に比べて5%多いだけであった。



高分子(A)



高分子(B)



高分子(C)

- (1) 高分子(A)の中のポリエチレングリコールの重合度 n はいくらか。
- (2) 高分子(D)の中のポリエチレングリコールの重合度 n はいくらか。
- (3) 高分子(B)の重合度 m を2倍にすると、高分子(C)中に含まれるポリエチレングリコールの重合度 n はいくらになるか。

